

Method for producing a photomask

Patent Number: ☐ US5851702
Publication date: 1998-12-22
Inventor(s): INOUE MASASHI (JP); WATANABE KUNIO (JP); KOBAYASHI SHINJI (JP)
Applicant(s): SHARP KK (JP)
Requested Patent: JP10069055
Application Number: US19970871977 19970610
Priority Number(s): JP19960226382 19960828
IPC Classification: G03F9/00
EC Classification: G03F1/08
Equivalents: KR231507

Abstract

A method for producing a photomask of the present invention includes the steps of: forming a light-blocking film on a surface of a transparent substrate; forming a resist film for an EB on the light-blocking film; patterning the resist film by EB writing and development; and selectively etching the light-blocking film using the patterned resist film to form a photomask, wherein the light-blocking film has a thickness in the range of about 60 nm to about 70 nm.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-69055

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08			G 0 3 F 1/08	A
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 0 2 P
21/3065				5 4 1 P
			21/302	A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-226382

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月28日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 渡邊 晋生

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 小林 慎司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 井上 雅史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

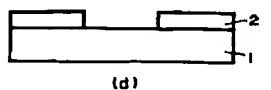
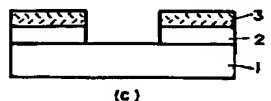
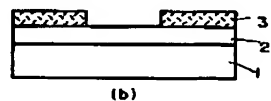
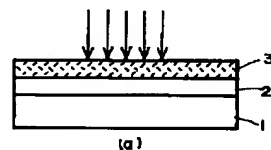
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 EB用レジストのドライエッチング耐性が悪い
ため、レジスト膜減りが大きいこと及びレジストマス
ク通りのクロム膜パターンが形成されるにはレジストの
解像度が低いことの2点がクロム膜のパターニングに影
響し、加工できてもK r Fエキシマリソグラフィに必要な
フォトマスクの寸法精度が得られない。

【解決手段】 透明基板1上に遮光膜として、膜厚が6
0～70nmのクロム膜2が形成されたブランクマスク
に電子ビーム用レジスト3を膜厚が280～350nm
となるように形成し、電子ビーム描画及び現像すること
によって、レジスト3をパターニングした後、パター
ニングしたレジスト3をマスクにクロム膜2をエッチング
する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に遮光膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを膜厚が280nm乃至350nmになるように形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とする、フォトマスクの製造方法。

【請求項2】 透明基板上に遮光膜として、膜厚が60nm乃至70nmのクロム膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とする、フォトマスクの製造方法。

【請求項3】 透明基板上に遮光膜として、膜厚が60nm乃至70nmのクロム膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを膜厚が280nm乃至350nmとなるように形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とする、フォトマスクの製造方法。

【請求項4】 上記電子ビーム露光の露光量を $2.3\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 乃至 $2.6\mu\text{C}/\text{cm}^2$ としたことを特徴とする、請求項1又は請求項3記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項5】 上記遮光膜のエッチングをドライエッチングにより行うことを特徴とする、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトマスクの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の、フォトマスクの製造に使用されるブランクマスクは、透明基板上に遮光膜をつけた2層構造からなる。ブランクマスクに使用される透明基板材料には、主に石英が用いられており、遮光膜材料には主にクロムが用いられている。ブランクマスクのクロム膜厚は通常約110nmであり、真空蒸着やスパッタリング法により形成されている。

【0003】次に、フォトマスクの形成方法について説明する。まず、ブランクマスクからフォトマスクの加工に必要な保護膜材料には、主に電子ビーム（以下、「EB」とする。（EB:Electron Beam））用レジストが用いられている。このEB用レジストの膜厚は約500nmであり、スピンのオン法によりブランクマスクに塗布される。EB用レジストはEB描画と現像によりパターンニングされる。

【0004】次いで、このレジストマスクに基づき、遮光膜はウエットエッチングにより、パターンニングされる。尚、ウエットエッチング法には、浸漬法とスプレー法とがある。また、レジストの膜厚とクロムの膜厚との比を3:1にすることが望ましいとされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、フォトマスクの加工にウエットエッチング法を用いる場合、上記2つの方法ともにサイドエッチングによるアンダーカットが0.1 μm 以上生じ、クロム膜パターン寸法がレジストパターン寸法より細くなってしまう現象が生じる。このアンダーカットとは、従来技術の課題の説明に供する図である図8に示すように、窓開き部分の縁からエッチング液がレジスト膜の下へ回り込んで、横方向にもエッチングが進む現象である。尚、図8において、1は透明基板、2はクロム膜、3はレジストを示す。

【0006】そして、クロム膜パターン寸法が1 μm 程度まで細くなると、このアンダーカットのためにフォトマスクの寸法精度が悪くなり、図7(b)の従来技術によるOPC(Optical Proximity Correction)マスクパターンへの適用例に示すように、パターンのコーナラウンド(丸み)が顕著になる。尚、図7(c)は設計上のOPCマスクパターンを示す図であり、図7(c)において、4はOPCマスクパターンを示す。

【0007】しかし、i線(i-line)、g線(g-line)を用いたリソグラフィにおいては、クロム膜パターン最小寸法は2 μm 程度であり、ウエットエッチングを用いても、所望のパターン寸法に十分対応できるフォトマスク精度が得られていたが、KrFエキシマレーザを用いたフォトリソグラフィにおいて、クロム膜パターンの最小寸法が1 μm 程度であるため、フォトマスクの寸法精度が得られないという問題が生じる。

【0008】遮光パターン(主としてクロム膜パターン)を微細化するためにウエットエッチングではなく、プラズマやスパッタ等のドライエッチング法を用いる技術が提案されている。ドライエッチング法は、0.05 μm 以下のアンダーカットで抑えられ、且つ、レジストマスク通りのパターンが形成されるという利点があり、ウエットエッチング法に比べて優れている。

【0009】しかし、EB用レジストのドライエッチング耐性が悪いと、レジスト膜減りが大きいこと及びレジストマスク通りのクロム膜パターンが形成されるにはレジストの解像度が低いことの2点がクロム膜のパターンニングに影響し、加工できてもKrFエキシマリソグラフィに必要なフォトマスクの寸法精度が得られないという問題を有する。

【0010】本発明は、フォトマスクの寸法精度を向上させる技術を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明のフォトマスクの製造方法は、透明基板上に遮光膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを膜厚が280nm乃至350nmとなるように形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とするものである。

【0012】また、請求項2記載の本発明のフォトマスクの製造方法は、透明基板上に遮光膜として、膜厚が60nm乃至70nmのクロム膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とするものである。

【0013】また、請求項3記載の本発明のフォトマスクの製造方法は、透明基板上に遮光膜として、膜厚が60nm乃至70nmのクロム膜が形成されたブランクマスクの上記遮光膜表面に電子ビーム用レジストを膜厚が280nm乃至350nmとなるように形成し、電子ビーム描画及び現像することによって、上記レジストをパターンニングした後、該パターンニングしたレジストをマスクに上記遮光膜をエッチングすることを特徴とするものである。

【0014】また、請求項4記載の本発明のフォトマスクの製造方法は、上記電子ビーム露光の露光量を $2.3 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 乃至 $2.6 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ としたことを特徴とする、請求項1又は請求項3記載のフォトマスクの製造方法である。

【0015】更に、請求項5記載の本発明のフォトマスクの製造方法は、上記遮光膜のエッチングをドライエッチングにより行うことを特徴とする、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に基づいて本発明について詳細に説明する。

【0017】図1は本発明の一実施の形態のフォトマスクの製造工程図であり、図2はクロム膜厚と各露光波長における透過率の相関関係図であり、図3はレジスト膜厚を変えた場合の露光量と線幅の寸法(CD: Critical Dimension)シフト量(設計データに対する実測データのずれ)との特性を示す図であり、図4は図3において、CDシフト量ゼロとなるEB露光量をレジスト感度(実用感度)と定義し、プロットした図であり、図5はレジスト膜厚と寸法リニアリティ限界値との相関関係図であり、図6はレジスト膜厚と面内寸法精度との相関関係図であり、図7(a)は本発明のOPCマスクパターンへの適用例を示す図である。また、

図1において、1は透明基板、2はクロム膜、3はEB用レジストを示す。

【0018】尚、図7において、使用したレジストは日本ゼオン株式会社製「ZEP810S」であり、図7(a)においてはレジストの膜厚を300nm、クロム膜の膜厚を60nm、露光量を $2.3(1.15 \times 2) \mu\text{C}/\text{cm}^2$ として、ドライエッチングによりエッチングした場合を示し、図7(b)において、レジストの膜厚を500nm、クロム膜の膜厚を110nm、露光量を $3.30(1.65 \times 2) \mu\text{C}/\text{cm}^2$ として、ウェットエッチングによりエッチングした場合を示す。

【0019】本発明は、クロム膜厚を可能な限り薄くすることでドライエッチング時間を短くし、ドライエッチングによるレジスト膜減りを低減する。図2に示すように、短波長化に伴い、同一の透過率設定では、EB描画にKrFエキシマレーザを用いる場合が最もクロム膜の薄膜が容易になる。遮光膜の性能として必要な透過率を、急激な光学的变化のない0.5%以下に設定すると、KrFエキシマレーザを用いた場合、クロム膜厚は60nmまで薄膜化できる。

【0020】また、図4に示すように、レジスト膜厚と感度とはほぼリニアの関係にあり、レジストの薄膜化により、容易に高感度のレジストパターンを得ることができるので、レジスト膜厚は可能な限り薄くする必要がある。

【0021】そして、寸法リニアリティ限界値は $1.000 \mu\text{m}$ 以下にすることが望ましいので、図5に示すように、レジストの膜厚は、寸法リニアリティ限界値が $1.000 \mu\text{m}$ 以下となる約280nm乃至350nmが最適である。また、この際用いるレジストは、EB用レジストであれば効果がある。

【0022】そして、この最適レジスト膜厚を280nm乃至350nmとした場合のEB露光量の最適値は、図3に示すように、 $2.3 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 乃至 $2.6 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ となる。微細パターン形成では、寸法リニアリティ(解像度マージン)の劣化をEB露光量増加により補正する必要があるが、薄膜レジストは感度が高いため、補正露光量に十分に余裕がある。

【0023】また、図6に示すように、面内寸法精度は寸法リニアリティと同じ挙動を示し、解像力マージンが大きく、パターン形状が良好なレジストパターン(膜厚280nm乃至350nm)で面内寸法精度 $0.020 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0024】また、クロム膜厚が薄くなったことで、クロムパターンのテーパー形状が抑えられ、ドライエッチングを用いたことでエッジラフネスも小さくできる。

【0025】以下、図1を用いて、本発明の一実施の形態のフォトマスクの製造工程を説明する。まず、透明基板1上にスパッタ、真空蒸着等によりクロム膜2を約60nm成膜し、続いて、レジスト3を300nm塗布す

る(図1(a))。尚、レジスト3としては、クロム膜2のエッチングの際、エッチング耐性に優れたものでなければならない。本実施の形態においては、日本ゼオン株式会社製「ZEP810S」を使用した。

【0026】次に、EB描画工程において、遮光領域は未描画であり、透過領域には完全にレジスト3を除去し得る必要電荷量に設定された電子ビームを照射する。レジスト3にはネガ形とポジ形とがあり、図1に示したのはポジ形レジストを使用した場合であって、電子ビームの照射された部分は現像液に溶解し、クロム膜2が部分的に露出される(図1(b))。

【0027】現像した後、露出したクロム膜2のドライエッチングを行う。エッチングは平行平板式反応性イオンエッチング法(RIE)を用いた。エッチングガスはCCl₄(テトラクロロメタン)とO₂(酸素)との混合ガス或いはCH₂Cl₂(ジクロロメタン)とO₂(酸素)との混合ガスを流量比を25sccm(CCl₄、或いはCH₂Cl₂):75sccm(O₂)に制御し使用した。また、RFパワーは200W(500W以内であれば使用可能となる。)、圧力を0.250Torr(33.25Pa)、放電周波数は13.56MHzとする。

【0028】上記条件でのクロム(Cr)と石英との選択比は25~30であり、Crのエッチングレートは55nm/minである。また、レジスト3はエッチングに対する保護膜として働き、レジストに覆われていない部分のクロム膜2のみが除去され、透明基板1が部分的に露出する(図1(c))。尚、クロム膜2のドライエッチングに塩素系ガスをを用いた場合、レジスト3のドライエッチング耐性は十分である。

【0029】次に、クロム膜2のエッチング後、レジスト3の全面除去を行う(図1(d))。レジストの剥離は、ジメチルホルムアミド、アセトン、硫酸過水の順に薬液に浸して行う。この場合、上記薬液に対する透明基板1及びクロム膜2の耐性は十分である。

【0030】本実施の形態では、300nmの膜厚のレジストを用いて膜厚約60nmのクロム膜2のパターニングを行った結果、図7(a)に示すような矩形の良好なパターン形状が得られた。但し、更に薄いレジスト膜厚(250nm)の場合では、エッチング時のレジスト膜厚が不十分となるため、コーナー部がラウンド形状となり、パターン形状が劣化する。

【0031】この場合、図5に示すように、寸法リニアリティが悪いだけでなく、図6に示すように、面内寸法精度も悪くなる。このことから、280nm乃至350nmの膜厚のレジストが寸法リニアリティ及び面内寸法精度を確保することができる。

【0032】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、請求項1、請求項3又は請求項4記載の本発明を用い、レジストを薄膜化する事により、高感度及び高解像度のレジストパターンを得ることができる。特に、クロム膜厚60nmとレジスト膜厚280nm乃至350nmの組み合わせにおいて、寸法リニアリティが1μm以下まで可能となる。尚、上記280nm乃至350nmの薄膜レジストは感度が高いため、補正露光量に十分に余裕がある。

【0033】また、請求項2、請求項3又は請求項4記載の本発明を用い、クロム膜を膜厚60nm乃至70nmの薄膜化することにより、クロム膜の透過率を急激な光学的变化の無い0.5%以下に維持した状態で、エッチング時間を短くでき、ドライエッチング時のレジスト膜減りを低減できる。

【0034】更に、請求項5記載の本発明を用い、遮光膜のエッチングにドライエッチングを用いることにより、エッジラフネスが小さくなり、クロム膜厚を従来より薄くしたことにより、テーパーが少なくなり、クロムパターンの形状が良くなり、レジストの膜厚が薄いことで、パターンのコーナーラウンド(丸み)が進行しないため、良好なパターン形状が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態のフォトマスクの製造工程図である。

【図2】クロム膜厚と各露光波長における透過率の相関関係図である。

【図3】レジスト膜厚を変えた場合の露光量とCDシフト量との特性を示す図である。

【図4】図3において、CDシフト量ゼロとなるEB露光量をプロットした図である。

【図5】レジスト膜厚と寸法リニアリティ限界値との相関関係図である。

【図6】レジスト膜厚と面内寸法精度との関係図である。

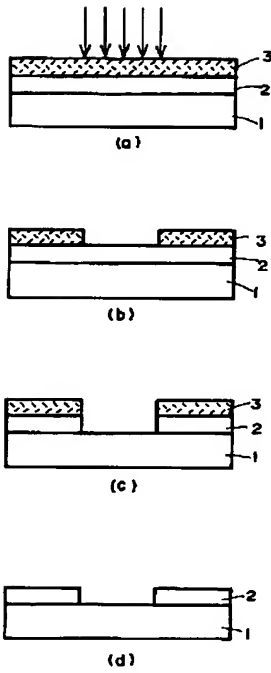
【図7】(a)は本発明のマスクパターンへの適用例を示す図であり、(b)は従来技術のマスクパターンへの適用例であり、(c)は設計上のマスクパターンを示す図である。

【図8】従来技術の課題の説明に供する図である。

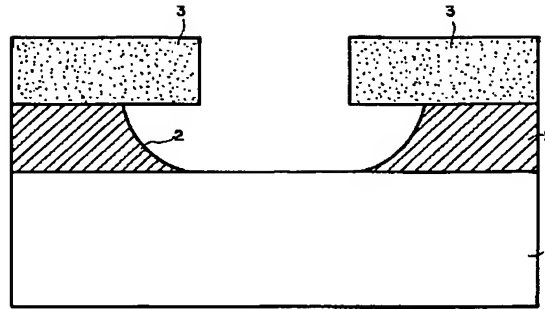
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 クロム膜
- 3 レジスト
- 4 OPCパターン

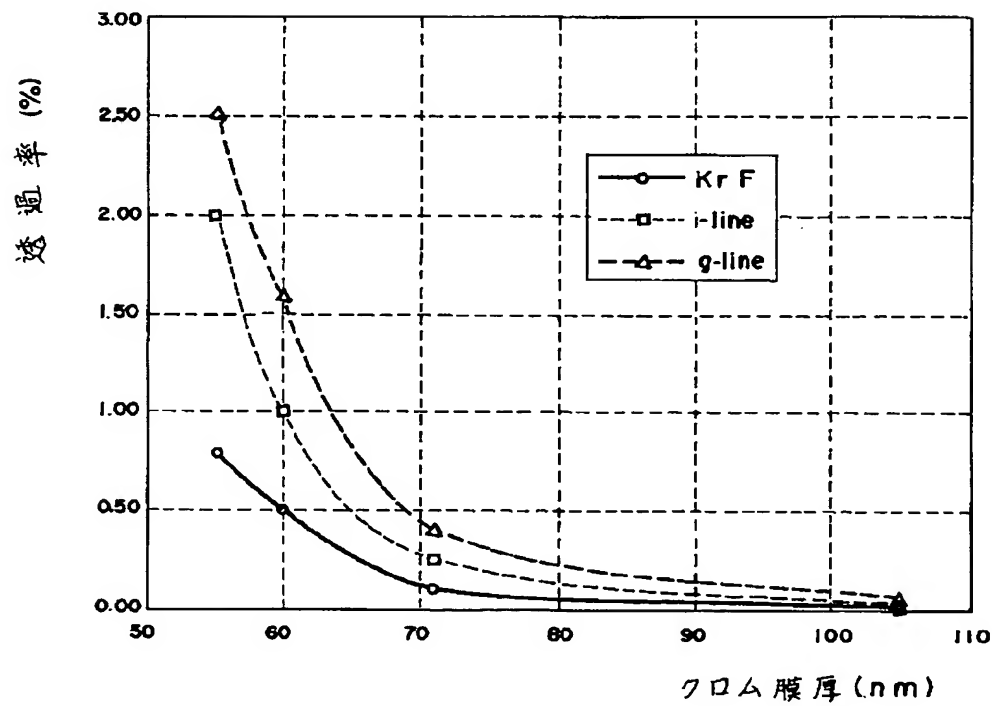
【図1】



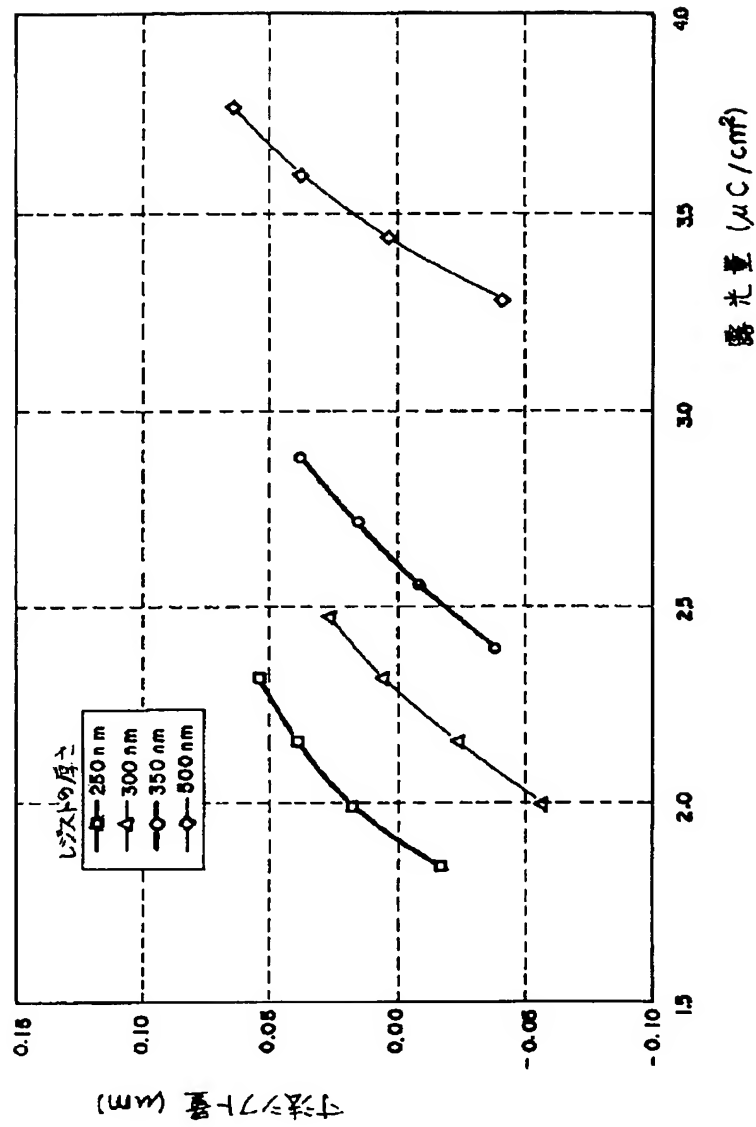
【図8】



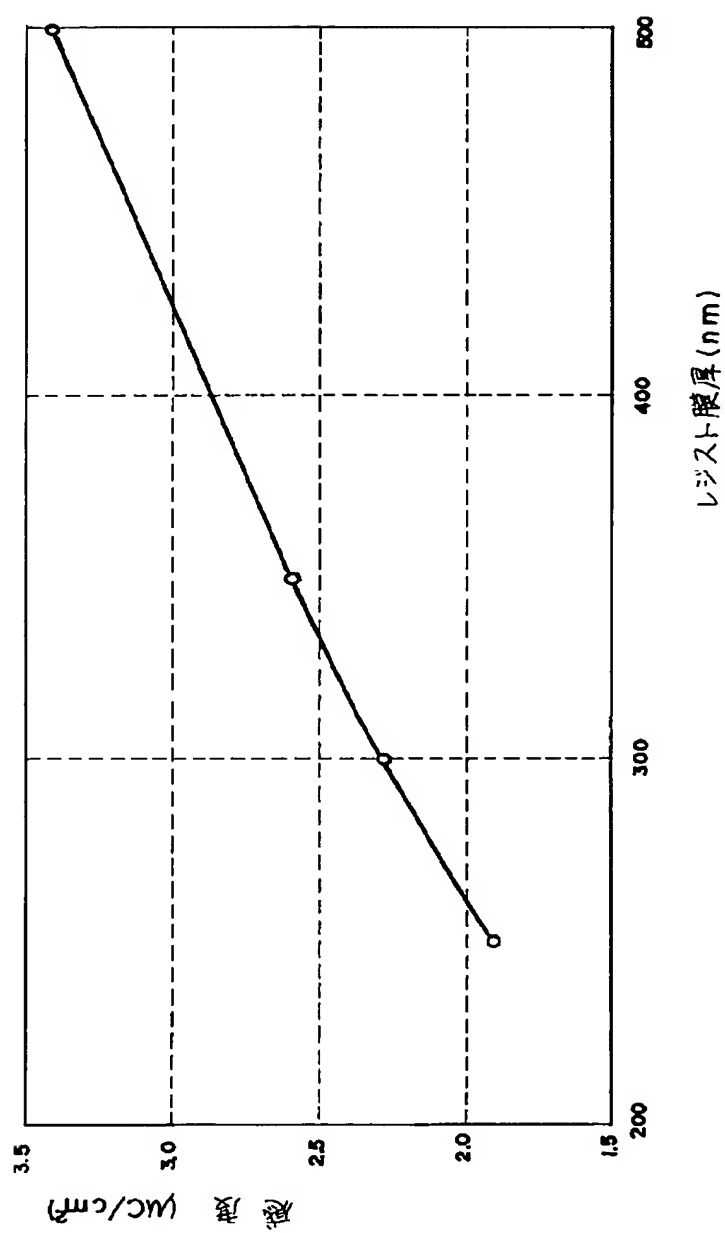
【図2】



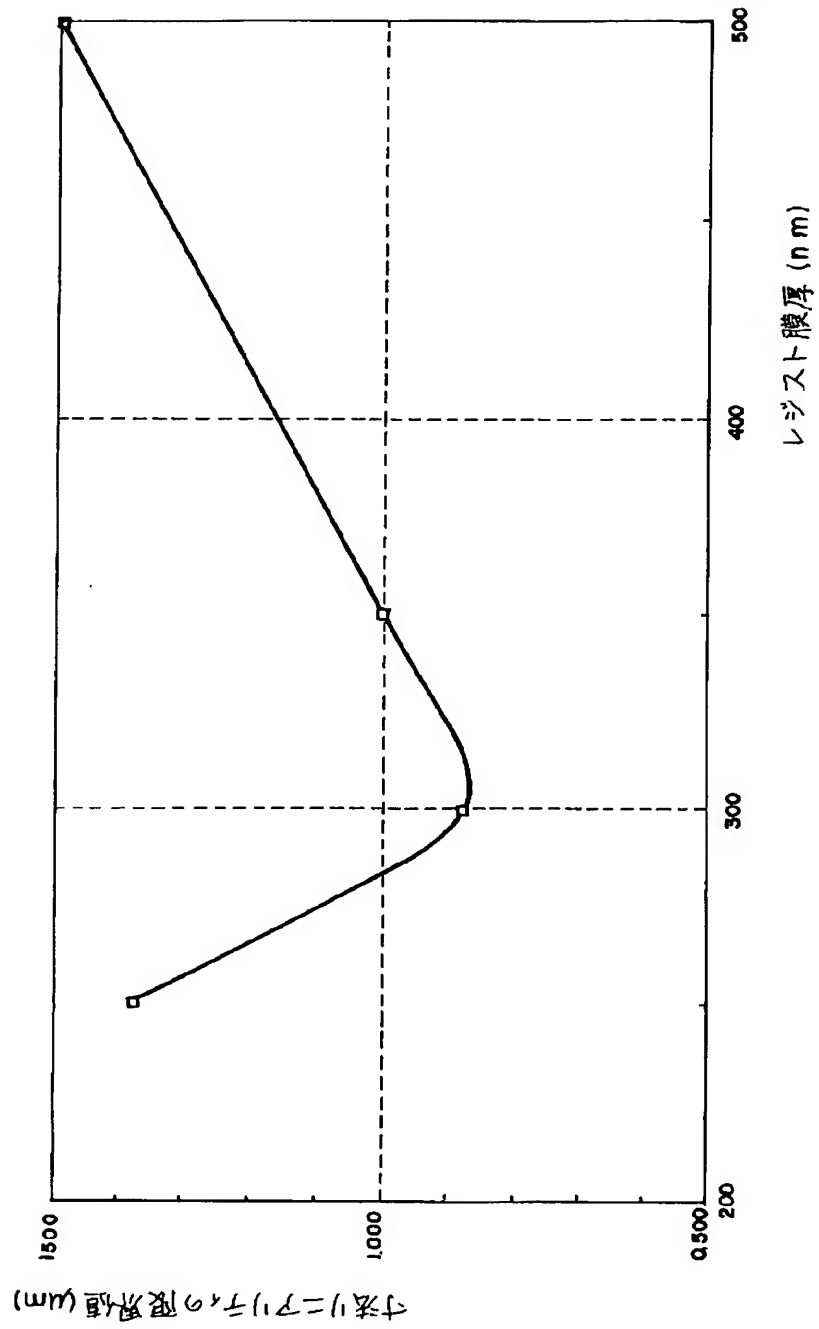
【図3】



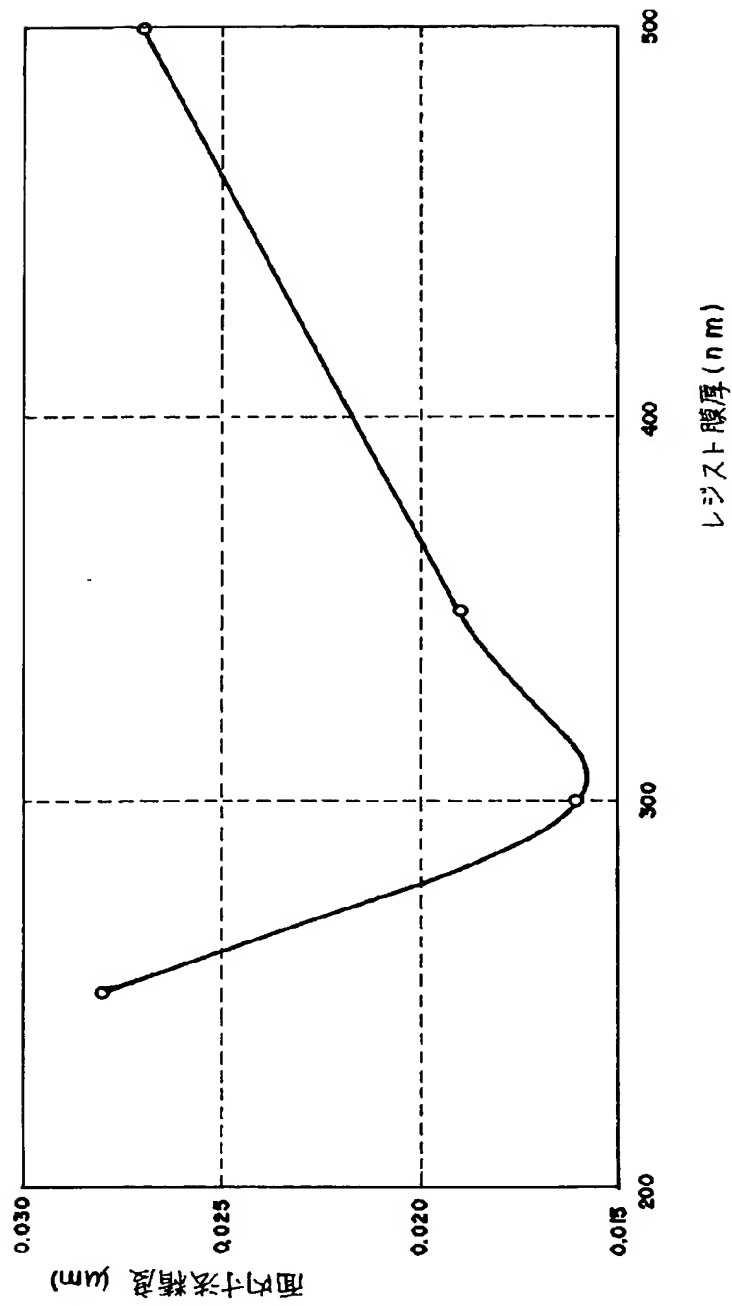
【図 4】



【図5】



【図6】



【図7】

